

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT

Patent Number: JP6296041
 Publication date: 1994-10-21
 Inventor(s): YAMADA TAKAO; others: 02
 Applicant(s): NICHIA CHEM IND LTD
 Requested Patent: ☐ JP6296041
 Application Number: JP19930107664 19930408
 Priority Number(s):
 IPC Classification: H01L33/00
 EC Classification:
 Equivalents: JP2828187B2

Abstract

PURPOSE:To allow a current to uniformly flow to a semiconductor and to make uniform the emission of light by a method wherein the area of a P-type electrode is increased in proportion to the distance between the P-type electrode and the N-type electrode.
CONSTITUTION:In a LED element of homogeneous structure in which an N-type GaN layer 2 and a P-type GaN layer 3 are laminated successively on a sapphire substrate 1, an N-type electrode 22 is formed on the N-type GaN layer 2, and a plurality of P-type electrodes 33 are formed on the P-type GaN layer 3. Moreover, the area of the P-type electrode 33 is enlarged when compared with the distance of the N-type electrode 22 and the P-type electrode 33. By reducing the area of the P-type electrode 33 which comes close to the N-type electrode 22, the resistance of the nitrogen gallium compound semiconductor light-emitting layer between the N-type electrode 22 and the P-type electrode 33 comes closer, the inter-electrode resistance becomes almost equal, and the current is allowed to flow uniformly. As a result, the nitrogen gallium compound semiconductor light-emitting layer emits light uniformly and light-emitting efficiency can be improved.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開 号

特開平6-296041

(43)公開日 平成6年(1994)10月21日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 7376-4M

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全4頁)

(21)出願番号 特願平5-107664

(22)出願日 平成5年(1993)4月8日

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 山田 孝夫

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72)発明者 妹尾 雅之

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72)発明者 中村 修二

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

(57)【要約】

【目的】 p型窒化ガリウム系化合物半導体に電流が均一に流れるような電極を形成することにより、窒化ガリウム系化合物半導体発光層の発光を均一化させ発光素子の発光効率を向上させる。

【構成】 p型窒化ガリウム系化合物半導体層に形成されたp型電極と、そのp型窒化ガリウム系化合物半導体層の上面からエッチングされて露出されたn型窒化ガリウム系化合物半導体層に形成されたn型電極とを具備する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、前記p型電極は前記n型電極との距離に比例して面積が大きくなるように形成されている。



R009790

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 p型窒化ガリウム系化合物半導体層に形成されたp型電極と、そのp型窒化ガリウム系化合物半導体層の上面からエッチングされて露出されたn型窒化ガリウム系化合物半導体層に形成されたn型電極とを具備する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、前記p型電極は前記n型電極との距離に比例して面積が大きくなるように形成されていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はサファイア基板上に一般式 $In_xAl_{1-x}Ga_{1-y}N$ ($0 \leq x < 1$, $0 \leq y < 1$) で表される窒化ガリウム系化合物半導体が積層されてなる窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に係り、特にその窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極に関する。

【0002】

【従来の技術】 青色発光ダイオード (LED)、青色レーザーダイオード等に使用される実用的な半導体材料として、窒化ガリウム (GaN)、窒化インジウムガリウム (InGaN)、窒化ガリウムアルミニウム (GaAlN)、窒化インジウムアルミニウムガリウム (InAlGaN) 等の窒化ガリウム系化合物半導体が注目されている。

【0003】 例えばGaNを用いた従来のLED素子の構造について、図5および図6を用いて説明する。図5は従来のLED素子の構造を示す断面図、図6はこの素子を電極側から見た平面図である。この素子は、基本的にサファイアよりなる基板1の上に、n型GaN層2と、p型ドーパントがドーパされた高抵抗なi型GaN層3' とが順に積層された構造を有し、n型GaN層2の電極22と、i型GaN層3' の電極33' とに通電することにより、i型GaN層3' を発光させ、その発光を、透光性基板であるサファイア基板1側から観測することができる。特に図5に示すように、電極33' をi型GaN層3' のほぼ全面に形成することにより、電流を均一に広げ、i型GaN層3' と電極33' との接触抵抗を下げ、順方向電圧を下げるようにしている。このような発光素子の構造はMIS構造と呼ばれ、抵抗率が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上と非常に高抵抗なi型窒化ガリウム系化合物半導体を発光層とするため、非常に発光効率が悪く未だ実用化には至っていない。

【0004】 最近、i層を低抵抗なp型として発光効率を向上させたp-n接合の発光素子を実現するための技術として、例えば特開平3-218325号公報等でi型窒化ガリウム系化合物半導体層に電子線照射する技術が開示されている。また、我々は特開平3-357046号でi型窒化ガリウム系化合物半導体層を400℃以上でアニーリングすることにより低抵抗なp型とする技術を提案した。このようにp-n接合型の窒化ガリウム

2

系化合物半導体発光素子が発現可能となると、発光素子の電極形状は発光出力を高める上で非常に重要な要素となってくる。特に、絶縁体であるサファイアを基板とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、他のGaAs等の半導体基板を用いた発光素子と異なり、基板側から電極を取るができないため、その電極形状は非常に重要である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 我々は、p-n接合を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を試作し、電流が均一に流れるよう、p型層に従来の図5、図6に示すような全面電極を形成したところ、以外にもn型層に形成された電極に近いところに集中して電流が流れ、p型電極が形成された下の窒化ガリウム系化合物半導体発光層全てが均一に発光していないことが判明した。従って、本発明の目的は、p型窒化ガリウム系化合物半導体に電流が均一に流れるような電極を形成することにより、窒化ガリウム系化合物半導体発光層の発光を均一化させることにあり、さらに発光を均一化させることにより、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の発光効率を向上させることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、p型窒化ガリウム系化合物半導体層に形成されたp型電極と、そのp型窒化ガリウム系化合物半導体層の上面からエッチングされて露出されたn型窒化ガリウム系化合物半導体層に形成されたn型電極とを具備する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、前記p型電極は前記n型電極との距離に比例して面積が大きくなるように形成されていることを特徴とする。

【0007】

【作用】 本発明の一実施例に係る窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を図1および図2に示す。図1は発光素子を電極側からみた平面図、図2はその素子の構造を示す模式断面図であり、サファイア基板1の上に、n型GaN層2と、p型GaN層3とが順に積層されたホモ構造のLED素子としており、n型GaN層2にはn型電極22、p型GaN層3には複数のp型電極33が形成されている。しかもn型電極22とp型電極33との距離に比例して、p型電極33の面積を大きくしている。このように、n型電極22と接近したp型電極33の面積を小さくすることにより、n型電極22とp型電極33との間の窒化ガリウム系化合物半導体の抵抗が接近し、各電極の下にあるp型GaN層3を均一に発光させることができる。

【0008】 図4を用いて詳しく説明すると、p型電極33の面積をS、窒化ガリウム系化合物半導体の抵抗率をρ、n型電極22とp型電極33との距離をlとすると、p型電極33とn型電極22との間の窒化ガリウム

3

系化合物半導体の抵抗 R は $R = \rho \cdot l / S$ で表すことができる。従って、 n 型電極22に最も近い p 型電極33の面積を $S1$ 、その距離を $l1$ 、次の p 型電極の面積を $S2$ 、その距離を $l2$ とした場合、 R を接近させる条件、最も好ましくは一定となる条件、即ち $l1/S1 = l2/S2 = l3/S3 = \dots = l_n/S_n$ となるように、 p 型電極33の位置、面積を設定することにより、 p 型 GaN 層3を均一に発光させることができる。また、図3は本発明の他の実施例に係る発光素子の p 型窒化ガリウム系化合物半導体層中に形成した p 型電極の形状を示す平面図であるが、このように n 型電極に近づくに従って、幅を細くして面積を小さくした p 型電極を多数並べても、図1の発光素子と同一の効果が得られる。

【0009】高抵抗な i 層を発光層とする従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、図5に示すような全面電極を i 層に形成することにより、強制的に電流を拡散させて、 i 層を均一に発光させることができる。しかし、 $p-n$ 接合の発光素子は i 層よりもはるかに低抵抗な p 型を用い $p-n$ 接合で発光させているため、図5のような全面電極を形成すると、電流は抵抗の低いところを流れるので、 n 型電極に近いところで発光してしまう。ところが本願のように、 n 型電極に近い箇所の p 型電極の面積を小さくすると、電極間抵抗がほぼ同一となり、電流が均一に流れるので窒化ガリウム系化合物半導体発光層を均一に発光させることができる。

【0010】

【実施例】

【実施例1】MOCVD法を用い、サファイア基板上に GaN バッファ層と、 Si ドーブ n 型 GaN 層と、 Zn ドーブ $InGa$ N層と、 Mg ドーブ p 型 GaN 層を順に成長させる。この構造において発光層は Zn ドーブ $InGa$ N層である。

【0011】次に最上層の Mg ドーブ p 型 GaN 層の上にフォトリソグラフィー技術を用いてマスクを形成した後、エッチング装置で Mg ドーブ GaN 層と、 Zn ドーブ $InGa$ N層をエッチングし、 n 型 GaN 層を露出させる。

【0012】マスクを除去し、同じくフォトリソグラフィーにより図1に示すパターンを p 型 GaN 層上に形成した後、蒸着により n 型層および p 型層に電極を形成する。但し、 p 型電極は複数形成し、各 p 型電極面積は上記のように $l1/S1 = l2/S2 = l3/S3 = \dots =$

4

l_n/S_n の関係となるよう、 n 型電極に近い方の面積を小さくする。

【0013】電極形成後、各 p 型電極を電気的に接続するための導電性材料で被覆した後、常法に従い、ウエハーをチップ状にカットして、 Zn ドーブ $InGa$ N層を発光層とするダブルヘテロ構造の本発明の青色発光ダイオードを得た。この発光ダイオードを順方向電圧20mAで発光させたところ、サファイア基板側から $InGa$ N層が均一に発光していることが観測でき、発光出力は300 μ Wであった。

【0014】【実施例2】 p 型 GaN 層に形成する電極パターンを図3に示すような形状とする他は実施例1と同様にして本発明の青色発光ダイオードを得たところ、同じく $InGa$ N層が均一に発光していることが観測でき、発光出力はほぼ同等であった。

【0015】【比較例】 p 型 GaN はほぼ全面に電極を形成し、実施例1と同じく発光させたところ、 n 型電極に近い箇所のみしか発光せず、発光出力も100 μ Wでしかなかった。

【0016】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は p 型電極が n 型電極との距離に比例して面積が大きくなるようにしているのので、 p 型窒化ガリウム系化合物半導体層中に均一に電流を流すことができ、発光素子の発光層を均一に発光させることができ、しかも発光効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る発光素子を電極側からみた平面図

【図2】図1の発光素子の構造を示す模式断面図。

【図3】本発明の他の実施例に係る発光素子を電極側からみた平面図。

【図4】 p 型電極の距離と面積の関係を説明する平面図。

【図5】従来のLED素子を電極側からみた平面図。

【図6】図5のLED素子の構造を示す模式断面図。

【符号の説明】

1・・・サファイア基板

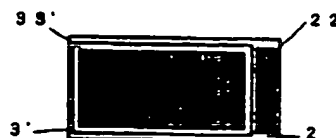
2・・・ n 型 GaN 層

3・・・ p 型 GaN 層

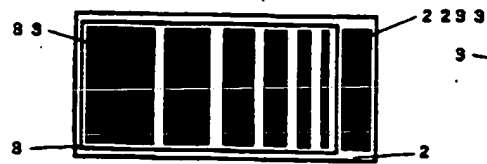
22・・・ n 型電極

33・・・ p 型電極

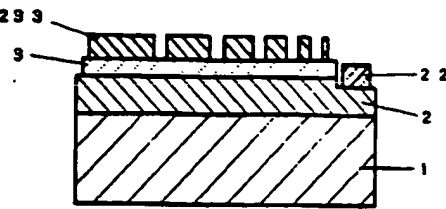
【図5】



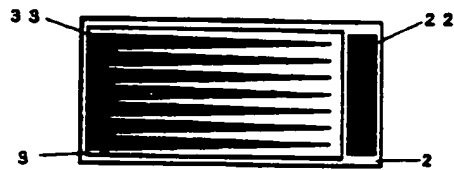
【図1】



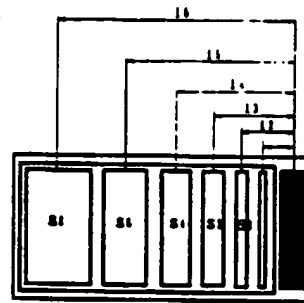
【図2】



【図3】



【図4】



【図6】

